



千兆宽带网络

商业应用场景白皮书

目录

1 宽带发展将进入千兆时代	03
2 千兆宽带网络十大商业应用场景	06
2.1 总述	06
2.2 Cloud VR	07
2.2.1 市场空间	07
2.2.2 商业模式及实践	07
2.2.3 网络要求	09
2.3 智慧家庭	10
2.3.1 市场空间	10
2.3.2 商业模式及实践	11
2.3.3 网络要求	12
2.4 游戏	13
2.4.1 市场空间	13
2.4.2 商业模式及实践	14
2.4.3 网络要求	15
2.5 社交网络	17
2.5.1 市场空间	17
2.5.2 商业模式及实践	18
2.5.3 网络要求	19
2.6 云桌面	20
2.6.1 市场空间	20
2.6.2 商业模式及实践	21
2.6.3 网络要求	22
2.7 平安城市	23
2.7.1 市场空间	23
2.7.2 商业模式及实践	24
2.7.3 网络要求	24

2.8 企业上云	25
2.8.1 市场空间	26
2.8.2 商业模式及实践	26
2.8.3 网络要求	27
2.9 在线教育	28
2.9.1 市场空间	28
2.9.2 商业模式及实践	29
2.9.3 网络要求	30
2.10 远程医疗	31
2.10.1 市场空间	31
2.10.2 商业模式及实践	31
2.10.3 网络要求	33
2.11 智能制造	33
2.11.1 市场空间	34
2.11.2 商业模式及实践	34
2.11.3 网络要求	35
3 总结与展望	36
3.1 千兆宽带网络推动经济社会发展	36
3.2 十大商业应用场景部署时间表	38
3.3 千兆宽带网络的商业模式	39
3.4 千兆宽带网络未来展望	40
A 缩略语	41

01 宽带发展将进入千兆时代

当前，世界各国正在经历着传统经济向数字经济的转型。信息通信技术（ICT）已成为政策制定者夯实可持续发展基础，增强国力的共同选择。

促进ICT投资以及部署的六大使能技术包括宽带、数据中心、云、大数据、物联网和人工智能，预计将在2025年创造23万亿美元的数字经济价值。数字经济的全面爆发使得宽带网络的支撑能力日益凸显，宽带已成为当前经济和社会发展中不可或缺的战略基础设施。

近年来，我国宽带网络建设取得了巨大成就，已建成覆盖全国的光纤宽带接入（FTTH）网络，截至2019年第一季度，中国100M以上接入速率用户占比已达73.3%，固定宽带平均接入速率达到120.2Mbps（估算值），光纤宽带用户在宽带用户中占比达到91.6%。当前，随着光纤宽带接入技术的进步和新兴高带宽业务如高清视频、智慧家庭及Cloud VR的逐步应用，千兆宽带将成为下一步全球宽带发展的焦点。根据OVUM最新统计数据，全球已有57个国家的234家运营商发布了千兆宽带建设计划，致力于为经济社会数字化转型构筑坚实基础。

中国目前光纤宽带发展水平已处于全球较领先的位置，为宽带能力持续提升和推动千兆网络发展奠定了网络基础，与此同时，国家提速降费政策牵引、高宽带业务发展驱动、相关技术和产业逐步成熟也将推动我国千兆宽带接入迎来快速发展。

国家政策推动千兆宽带发展

2019年政府工作报告明确提出，将开展城市千兆宽带入户示范，改造提升远程教育、远程医疗网络，让用户切实感受到网速更快更稳定。5月15日，国务院常务会议部署进一步推动网络提速降费，提出“把加快网络升级扩容作为扩大有效投资的重要着力点。今年实现光纤到户接入端口占比超过90%，在300个以上城市部署千兆宽带接入网络，推动固定和移动宽带迈入千兆时代”。工信部和国资

委两部委也联合印发了《关于开展深入推进宽带网络提速降费支撑经济高质量发展2019专项行动的通知》，明确提出了2019年我国千兆宽带发展的目标：推动基础电信企业在超过300个城市部署千兆宽带接入网络，千兆宽带覆盖用户规模超过2000万家庭；研究制定千兆城市评价指标，开展千兆宽带应用示范，全年新增千兆宽带用户（含家庭用户和政企用户）40万”

高宽带业务成熟加速千兆宽带商用进程

以4K/8K/AR/VR为代表的视频内容业务已经进入井喷期，中国4K内容时长已经超过1万小时、新增4K电视的渗透率已经超过70%，全球VR的主流平台应用数量也超过了6000个。Cloud VR作为下一代IPTV，产业界已构建起了完整的端到端生态体系，具备规模部署条件，高宽带业务的加速成熟应用也在不断驱动着千兆宽带在我国的商用进程。

2018年以来，我国三大基础电信企业正积极推进千兆网络部署、探索千兆应用创新。截至2019年5月底，我国近20个省份运营商发布了千兆商用套餐，并携手产业合作伙伴基于千兆宽带进行了大量业务创新。如中国电信推出的“智能宽带”，包括智能连接、智能电视、智能组网、智能应用以及智能服务五大版块的产品、应用、业务和服务；中国联通推出的“智慧宽带”，基于5G、千兆宽带、千兆家庭Wi-Fi推出智慧TV全面升级、智慧到家、沃家固话、沃家神眼4个核心应用。



技术产业成熟催生商业应用

回顾固定通信领域的发展历程，我国从基于铜线接入技术的语音时代，目前已经进入以10G PON光纤接入技术为基础的千兆接入时代。在“创新业务和技术发展”双轮驱动下，一个万物感知，万物联接，万物智能的智能社会即将到来。

固网代际	<i>Fn1</i>	<i>Fn2</i>	<i>Fn3</i>	<i>Fn4</i>	<i>Fn5</i>
典型业务	 语音、拨号上网	 多媒体网页、标清视频	 720P、1080P高清视频	 4K超高清、云游戏	 8K视频、Cloud VR
典型带宽	窄带 PSTN/ISDN 64Kbps	宽带 ADSL 10Mbps	超宽带 VDSL/Vec/SV 30~200Mbps	超百兆 GPON/EPON/G.fast 100~500Mbps	千兆超宽 10G PON 1Gbps~5Gbps
建网模式	电话端局/ 窄宽接入网	CO DSLAM	FTTC/FTTB	FTTH/FTTdp	FTTH
发展历程	~2000	2000~2010	2005~2015	2010~2020	2015~2025

图1-1 固定宽带发展历程

10G PON的接入技术和相关产业已成熟，国际组织IEEE/ITU-T分别主导制定并发布了相关技术标准。在关键器件方面，主流厂家10G PON核心处理芯片、光模块已具备批量生产和规模发货能力，可满足运营商规模部署、提速降费的要求。

与前几代固定接入技术相比，10G PON千兆宽带网络在带宽、用户体验和联接容量三个方面均有飞跃式发展。上下行速率将高达对称10Gbps，时延降低到100us以下。这些变化将会推动光纤网络突破传统的产业边际，更多的联接万物：包括家庭的每一个房间，每一栋办公楼宇，每一台工业设备等等，以前所未有的方式推动社会运行。

02 千兆宽带网络十大商业应用场景

2.1 总述

在千兆宽带网络的覆盖之下，将带动上下游产业相互融合，释放产业巨大潜力的同时进而影响经济发展、改变人们的生产生活方式。我们有理由相信，随着商业场景、产业生态、千兆网络的三大支柱就绪，千兆宽带网络将会带来接入网层面的深刻变革，催生出更多的商业应用场景，从而开创出充满机会的新时代。

这篇白皮书将提出千兆固定宽带网络十大商业应用场景，主要包括Cloud VR、智慧家庭、游戏、社交网络、云桌面、平安城市、企业上云、在线教育、远程医疗和智能制造。这些场景对网络带宽需求高，产业生态以及商业应用相对成熟，将成为当前千兆宽带时代的主要业务应用，同时也将为后续业务发展和商业应用奠定基础。白皮书针对每一种千兆宽带网络的典型商业应用场景，分析了业务场景的市场空间，总结了千兆宽带网络提供者其中的典型商业模式，给出了具体的商业实践案例，并提出了支撑相关商业场景实现的网络要求。

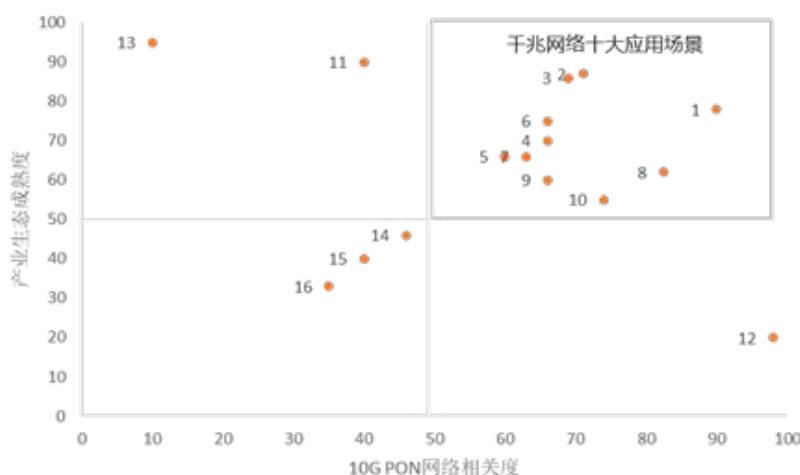


图2-1 千兆网络商业应用场景

- | | | | | | |
|-------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. Cloud VR | 2. 智慧家庭 | 3. 游戏 | 4. 社交网络 | 5. 云桌面 | 6. 平安城市 |
| 7. 企业上云 | 8. 在线教育 | 9. 远程医疗 | 10. 智能制造 | 11. 标清视频 | 12. 全息视频 |
| 13. 互联网访问 | 14. 精细化养殖 | 15. 智能交通 | 16. 智能配电 | | |

2.2 Cloud VR

Cloud VR（云化虚拟现实Cloud Virtual Reality）是借助高速稳定的网络，将云端的显示输出和声音输出经过编码压缩后传输到用户的终端设备，带给用户360度视角和沉浸式体验，已在影视、游戏等领域成熟商用。Cloud VR业务应用基于终端与云服务器间的大量信息交互，因此对于网络带宽和时延具有很高的要求，是千兆宽带网络的一个典型商业应用场景。

2.2.1 市场空间

人类对于物理世界的“感觉”和对于数字世界的“感知”趋于融合，4K、8K甚至32K高清视频将成倍增加个人数字感知的深度和锐度，AR/VR应用的发展将为感知方式添加新维度。根据华为GIV（全球产业愿景Global Industry Vision）预计，2025年全球VR个人用户数将达4.4亿，产值将达到2920亿美元。根据IDC预测，VR头显出货量将会以66.7%的复合年增长率保持高速增长。

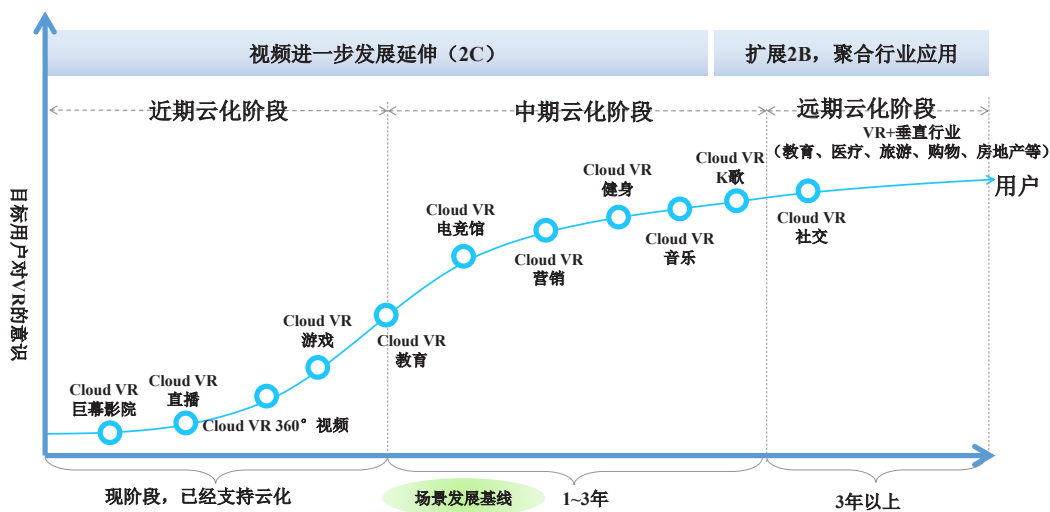


数据来源：IDC《Worldwide Quarterly Augmented and Virtual Reality Headset Tracker》

图2-2 VR头显市场预测

2.2.2 商业模式及实践

Cloud VR业务发展需要经历一个逐步推进的过程，从内容成熟度、用户体验、产业成熟度等维度来考虑，可被划分为三个阶段：近期云化、中期云化、远期云化。



数据来源：华为iLAB

图2-3 Cloud VR业务的三个阶段

- » Cloud VR基础业务阶段：先发展Cloud VR视频类、游戏类等已经支持云化的场景，抢占市场先机，建立业务基础，培养用户习惯。
- » 在基础业务阶段，已经积累了用户，以及内容聚合和商业模式经验，中期云化的场景一旦产业技术成熟，业务开展起来会比较快。
- » 2C用户发展起来后，再扩展到2B领域，聚合更多的行业应用，构建Cloud VR业务生态。

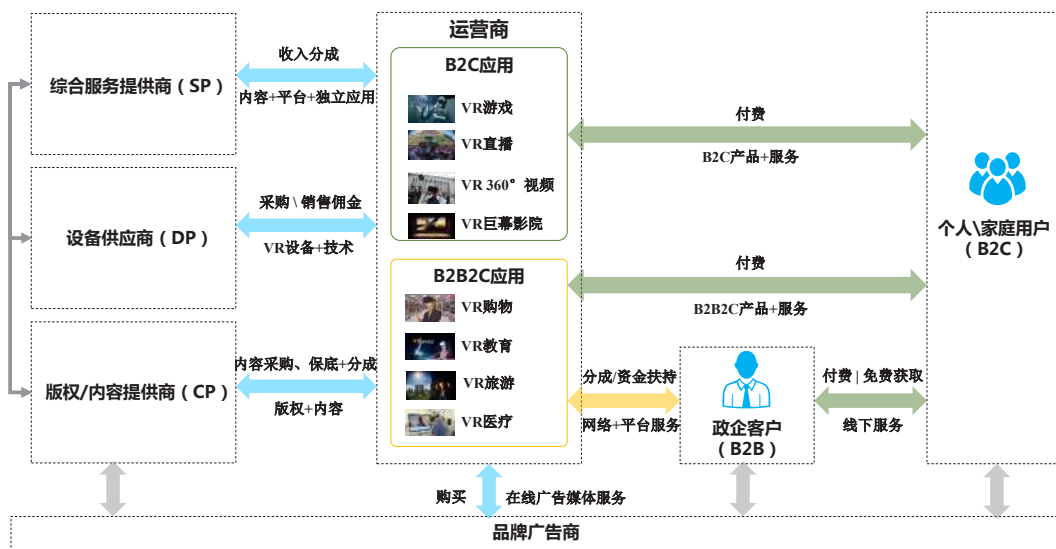


图2-4 Cloud VR业务的商业模式

商业实践案例：

福建移动“和·云VR”：2018年7月18日，福建移动正式发布全球首个运营商Cloud VR业务，初步通过500M宽带接入业务实现。为用户提供了VR直播、VR点播、巨幕影院、VR教育和VR游戏五大板块内容。目前，福建移动Cloud VR用户月活率达到了62.9%，每天用户在线时长超过一小时。随着业务的不断普及和渲染程度及清晰度的不断增加，后续将通过千兆宽带实现。

广东移动CBA总决赛VR直播：2019年4月28日CBA决赛中，广东移动实现了东莞、广州两地的VR高清直播。通过千兆宽带网络进行了实时传输，球迷可以在“第二现场”带上VR眼镜实现沉浸式观看。

2.2.3 网络要求

不同的VR业务体验，对于网络的要求也有差异，其中带宽和时延是关键指标。针对强交互VR业务，其中时延和带宽是关键指标。基本起步阶段需要100Mbps带宽和20ms时延支持，未来需要大于500Mbps~1Gbps带宽和10ms时延支持。

表2-1 Cloud VR业务对网络能力的要求

业务类型		起步阶段 4K	舒适体验 8K	理想体验 ≥12K
弱交互VR业务 (全景视频类)	带宽需求 (Mbps)	60	180	不考虑全景
	时延 (ms)	30	20	20
强交互VR业务 (游戏类)	带宽需求 (Mbps)	80	130	540
	时延 (ms)	20	20	10

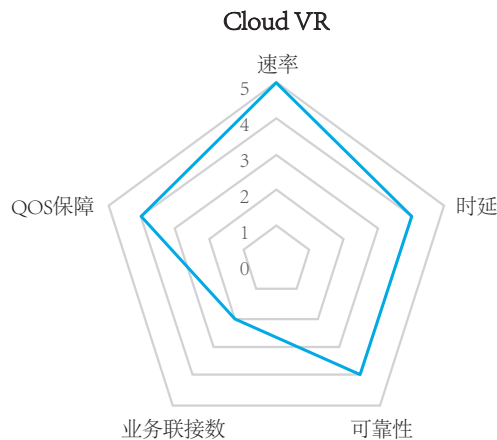


图2-5 Cloud VR业务与10G PON网络相关性分析

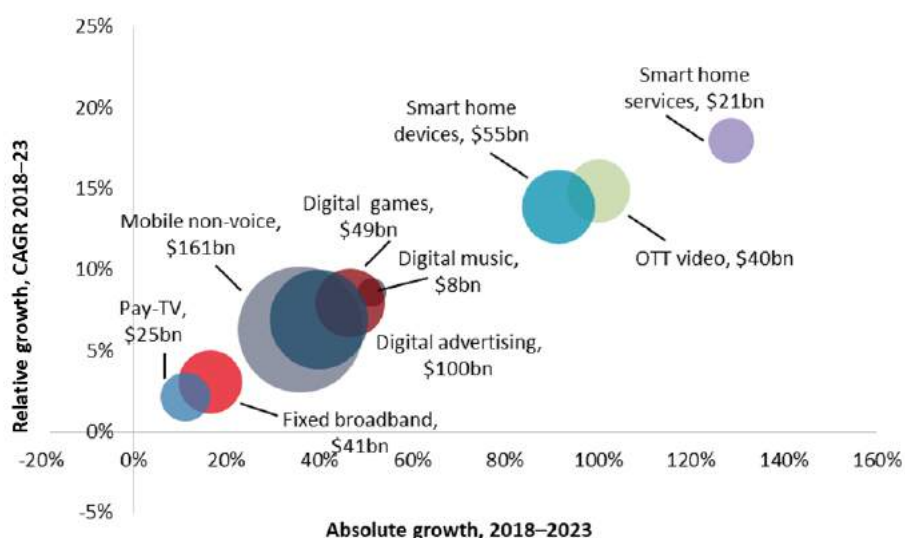
2.3 智慧家庭

智慧家庭服务是综合运用宽带网络、物联网、云计算等技术，将4K/8K高清视频娱乐、家庭设备智能控制以及信息交流、消费服务等家居生活有效地结合起来，创造出健康、安全、舒适、低碳、便捷的个性化家居生活。智能家庭设备之间的连接目前主要通过Wi-Fi、Zigbee及蓝牙等方式连接，因为涉及到与智慧家庭云服务器及互联网的通信网络通信，网络对大量数据的承载能力，以及与外部网络连接的宽带和稳定性将是关键，因此，千兆宽带网络将成为智慧家庭今后的主要承载网络。

2.3.1 市场空间

智慧家庭综合了互联网、计算处理、网络通讯、感应与控制等技术，被认为是下一个蓝海市场。预计2025年平均每人将拥有5个智能终端，20%的人将拥有10个以上的智能终端；近200亿实时在线的智能家居设备，将成为个人和家庭感知的自然延伸。

根据OVUM最新报告显示，智慧家庭行业预计五年增长129%，将是增长最快的消费市场之一。预计到2023年，包括设备销售在内，智慧家庭总市场规模将达到1540亿美元。



数据来源：OVUM Smart Home Services Forecast Report: 2018-23

图2-6 智慧家庭市场空间预测

正因如此，包括电信运营商、终端制造商和内容服务商等在内的产业链相关方均在积极进军智慧家庭领域，例如中国电信的“智能宽带”、中国联通的“智慧沃家”和中国移动的“和家庭”等智慧家庭产品。AT&T、Verizon等国外运营商也已宣布进入智慧家庭领域。

2.3.2 商业模式及实践

相对于智慧家庭制造厂家以单品设备销售为主的运营模式，电信运营商拥有成熟的家庭网络、大量的用户和良好的服务口碑，因此通过捆绑宽带套餐，向家庭用户提供端到端的智慧家庭服务，是电信运营企业可以考虑的重要商业模式。

电信运营商提供的解决方案可包括家庭终端、网络、后端平台、应用及售后服务等一系列产品和服务，电信运营商的优势是可以基于业务链整合优势和信息源优势，挖掘创新的商业模式，并以规模优势控制成本，提升效益，改善体验，掌控入口。

商业实践案例：

韩国电信运营商从2014年就开展了千兆宽带服务，推出对称1Gbps套餐，主要的业务应用场景之一就是家庭智能控制服务，业务发展迅速。截止2018年，韩国电信运营商智慧家庭业务发展用户达到445万，家庭监控视频用户也达到了113万。

同时，韩国电信运营商还对千兆智慧家庭业务配合了灵活的资费方案，有效的推动了业务的快速发展：电信运营商LG U+围绕“节能”“安全”“便利”打造全场景IoT体验，用户和LG U+签订三年合同，每月资费10美金即可获得任意三件家庭IoT设备。电信运营商SKT通过合作伙伴打造共赢合作生态，SKT提供平台和设备认证服务，用户自行购买经过SKT认证的IoT设备。用户签订三年合同，每月资费9美金即可接入设备，不限设备连接数量。电信运营商KT依托GiGA 平台发展家庭安全，温控，娱乐业务。用户签订三年合同，可以缴纳月租金获得相应的智能设备，其中安全门锁每月资费12美金，煤气安全阀每月资费4.9美金，智能开关每月资费3美金，家庭高尔夫推杆一次性收费352美金。

2.3.3 网络要求

智慧家庭业务包括4K高清视频、家庭Wi-Fi组网、家庭存储、各类传感器和家电控制。典型家庭开通5个业务为例，至少需要370Mbps，接入时延要保证在20ms-40ms以内。

表2-2 智慧家庭业务对网络能力的要求

类型	4K视频	智能组网	家庭存储	安防报警	家电控制	合计
下行带宽	100Mbps	100Mbps	60Mbps	100Mbps	10Mbps	370Mbps
上行带宽	25Mbps	100Mbps	30Mbps	10Mbps	2Mbps	167Mbps
时延	20ms	40ms	40ms	20ms	20ms	

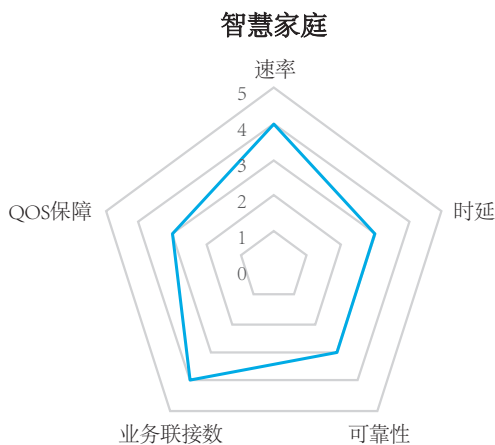


图2-7 智慧家庭与10G PON网络相关性分析

2.4 游戏

网络游戏、云PC游戏和移动游戏由于其交互性强，沉浸感高，趣味性足的特点，成为家庭娱乐和社交的良好方式。为使玩家可以获得更好的电竞级体验，大型游戏对响应延迟的要求非常高，过大的传输时延迟会影响服务器和玩家状态的同步过程，极大的影响用户体验，因此在游戏的商业应用中，为保障用户体验的流畅，高带宽的接入服务必不可少，成为千兆宽带网络的又一个典型商业应用。

2.4.1 市场空间

据市场研究机构的数据表明，游戏市场的全球化正在加速，消费者也愿意花更多的时间在游戏上。根据游戏市场研究分析公司Newzoo的报告，全球22亿游戏玩家，其中47%即10亿玩家会在游戏上消费。游戏市场从2017年到2021市场复合年均增长率达9.3%。

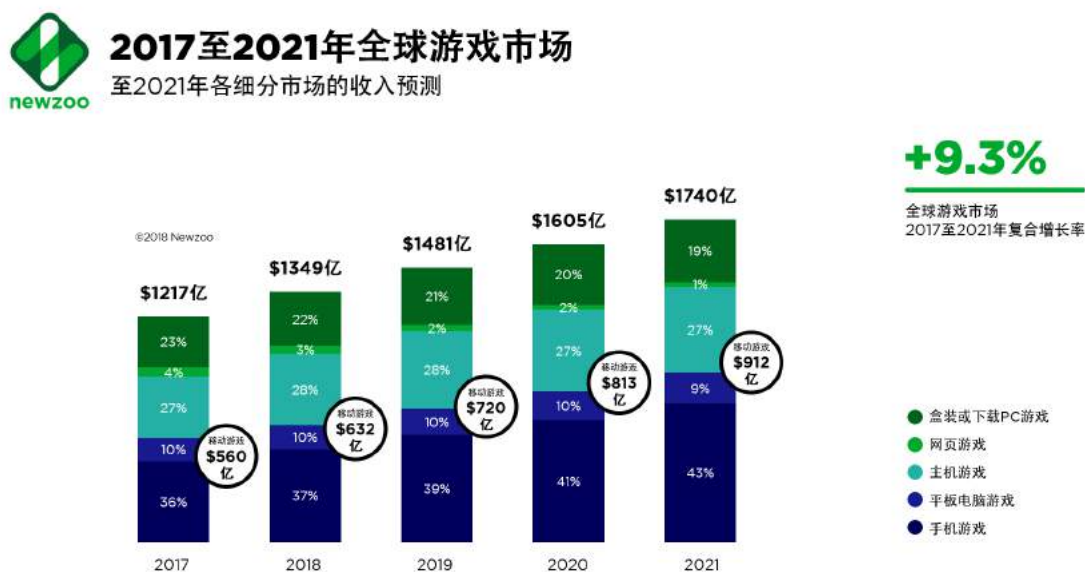


图2-8 游戏产业市场空间预测

剖析2018年全球游戏市场数据，美国、亚太、中国目前占全球游戏市场的49%。预计2019年全球游戏市场规模将会达到1519亿美元，而且将是沉浸式VR和竞技性手机游戏爆发元年。



图2-9 2018年全球游戏市场空间分布情况

2.4.2 商业模式及实践

传统的游戏开发商和内容提供商的商业模式主要是用户购买游戏产品或者装备。对于电信运营商来说，作为网络提供者来参与游戏业务，通常有两种常见的商业模式。

一是宽带管道变现，推出专门针对游戏的商业宽带接入业务套餐：运营商开通游戏宽带套餐，提供端到端的联接体验保证，获取带宽溢价。

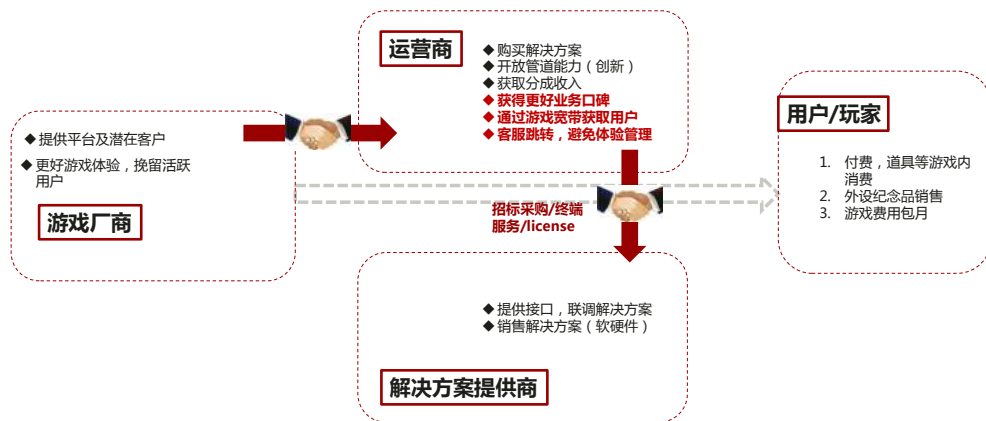


图2-10 游戏产业商业模式一：管道变现

二是收入分成方式：游戏一直是最广泛的娱乐需求之一，作为吸引用户和增加用户粘性的一类业务，电信运营商基于云平台吸引游戏内容厂商持续投入。在此模式下，电信运营商和游戏内容商进行分成。

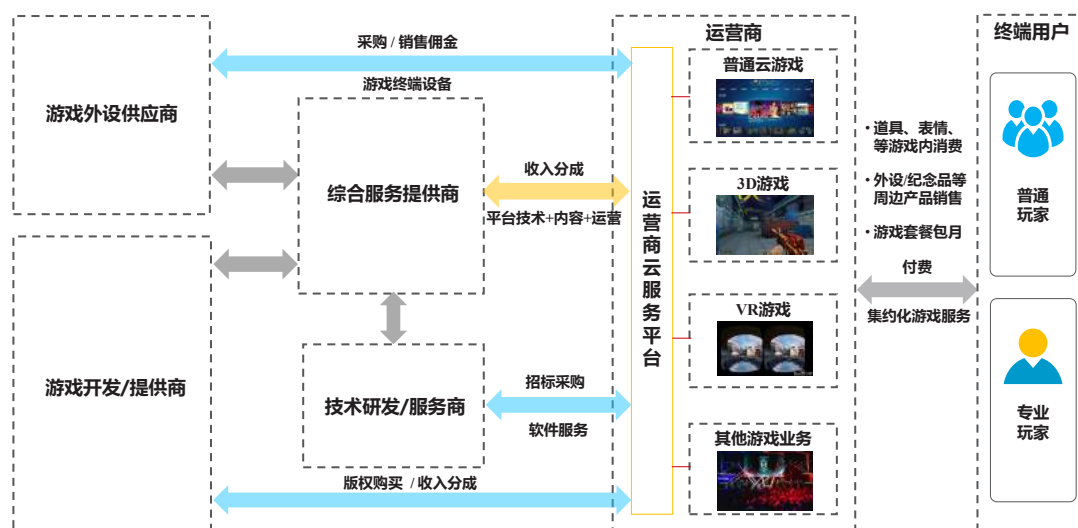


图2-11 游戏产业商业模式二：收入分成

商业实践案例：

专属游戏宽带业务：2019年，广东电信对游戏宽带进行了全面技术升级，除了下行200Mbps，上行100Mbps带宽之外，更在网络层加入加速技术。升级后的游戏宽带，不仅具备VIP专属通道，线路稳定性保证，还能全程实时加速，高峰智能调度优化，让游戏玩家们享受全球千款游戏轻松畅玩。后续，随着用户对于体验需求的不断升高，大型游戏对清晰度和实时性要求的不断提升，千兆宽带将成为支撑用户良好游戏业务体验需求的必要网络能力。

2.4.3 网络要求

主机游戏MOBA类游戏（多人在线战术竞技游戏）多使用帧同步为主的同步算法，竞技性高，时延要求低于50ms。当客户端与服务器的网络延迟超过100ms时，将开始出现卡顿，当延迟超过250ms时，将对玩家操作造成较大影响，游戏无法公平进行。

MMO游戏（大型多人在线游戏）多采用状态同步算法，以属性养成和装备获取为关注点，也有一定竞技性，时延要求低于MOBA。

云游戏例如谷歌发布的Stadia云游戏平台，1080P 60帧的游戏体验，需要200Mbps带宽；而4K 60帧的游戏体验，需要300Mbps以上的带宽。

表2-3 游戏业务对网络能力的要求

游戏类型	典型游戏举例	业务特征
多用户在线对战游戏	王者荣耀	<ul style="list-style-type: none"> » 对网络延时要求特别高，网络时延<50ms » 多人同时在线，服务器高速读写速度和高稳定性
大型多人在线游戏	魔兽争霸	<ul style="list-style-type: none"> » 对网络延时要求非常高，网络时延<100ms » 多人同时在线，服务器高速读写速度和高稳定性
第一人称射击游戏	反恐精英	<ul style="list-style-type: none"> » FPS实时竞技，客户端与服务器端频繁产生交互，时延<100ms » 游戏状态频繁变化，多人同时在线，服务器高速读写速度和高稳定性
云游戏	谷歌Stadia	<ul style="list-style-type: none"> » 50ms-100ms的端到端延迟 » 4K 60FPS的顶级画面，300Mbps带宽，基本体验1080P 60帧：200Mbps带宽

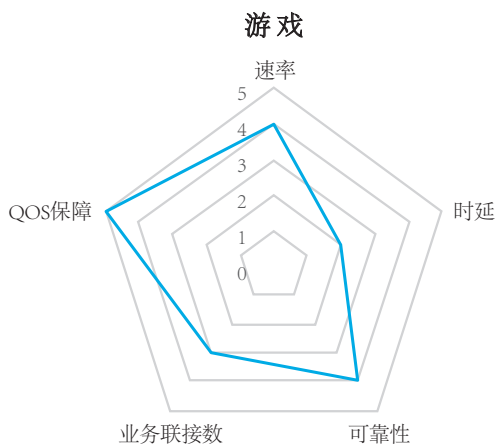


图2-12 游戏业务与10G PON网络相关性分析

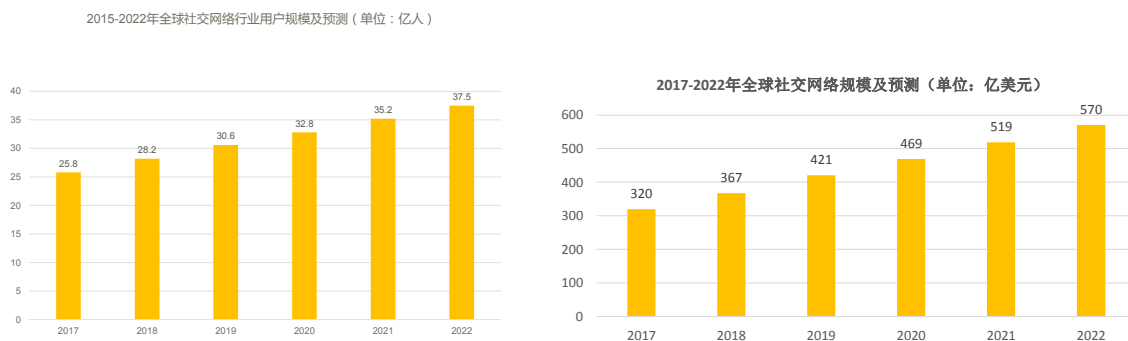
2.5 社交网络

社交网络允许用户通过网络共享他们的想法、图片、文章、活动、事件。例如人气主播的在线视频交流与互动，实时分享购物与生活体验，已成为社交网络热门场景。基于视频的在线社交网络，对于用户的互动性要求很高，需要网络具有大带宽、低延时和稳定支撑的能力，千兆网络是支撑社交网络极致体验的必然选择。

2.5.1 市场空间

全球社交网络用户和市场规模保持强劲增长势头。据统计，2018年全球社交用户数达到28亿，市场规模达到367亿美元。预计到2022年，全球社交用户数将从28亿增长至37.5亿，社交网络规模将达570亿美元。

通讯技术的发展带来网络速率的持续提升，使得流媒体视频直播等逐渐成为社交网络的主流发展趋势，表明用户对共享内容（包括直播视频）的接受度日趋增加。预计未来几年，超高清以及沉浸式视频直播将会被网红电商、极限运动玩家、时尚博主和潮人们所广泛使用。



数据来源：《前瞻产业研究院社交网络行业报告》



图2-13 社交网络产业用户规模与市场空间预测

2.5.2 商业模式及实践

根据中国互联网络信息中心（CNNIC）2019年2月发布的第42次《中国互联网络发展状况统计报告》，社交类应用的商业模式趋于成熟。其中网红电商是目前发展最快、最主要的变现方式，2018年网红电商收入达254亿元人民币，同比增长36%。

未来几年，随着VR社交云化加速，沉浸式视频直播的应用场景将更为丰富，将进一步提升社交网络的商业变现能力。对于电信运营企业来说，当前主流的视频直播商业模式和游戏比较类似，主要通过提供宽带业务管道和业务分成两种模式来实现，具体可如下表所示：

表2-4 社交网络商业模式

商业模式	直播				货币化	
模式细分	高清视频直播	沉浸式视频直播			直接货币化	无直接货币化：生态圈构建
应用场景	网红主播	VR视频直播	VR聚会、VR会议、VR发布会	原创VR内容分享	社交广告	增值应用
典型应用	斗鱼/映客/陌陌等直播平台上的主播	Facebook的VR视频直播平台	Facebook Space/Altspace VR/Bean VR等	Sansar/High Fidelity和VRChat等	抖音短视频广告	阿里巴巴的时装秀直播，添加直接购买的功能
运营商机会点	千兆管道，连接变现 				商业合作，利润分成 	

商业实践案例：

专业的主播宽带：人气主播的在线视频交流，实时分享购物和生活体验已经成为社交网络的热门场景。千兆宽带同时具备高的下行和上行带宽，可以支持各地粉丝和偶像进行犹如近在咫尺实时互动。2019年世界电信日，广东电信重磅推出“电信智能宽带”，全面实现千兆光纤宽带的覆盖，重点打造3000个千兆示范小区，其中，针对细分人群推出了主播宽带专属业务，让网络直播群体获得低时延、高上行、高清视频上传体验。



2.5.3 网络要求

视频直播技术让实时视频从“1对1”交流转变到“1对多”的互动。流媒体录像设备从手机摄像头发展到360°全景，分辨率从480p发展到4K/8K VR。这些变化对网络的带宽、时延、QoS、多用户、可靠性等都提出了较高的要求：

- » 高清视频直播：网络带宽50Mbps起步。多路视频同时直播时，对下行带宽的诉求可能超过200Mbps；对网红主播而言，观众的互动、虚拟礼物打赏等还需要较高的上行带宽。
- » 沉浸式视频直播：VR视频直播为获得舒适级体验（无眩晕感）需要网络带宽200Mbps起步，时延小于20ms。多路直播情况下，网络带宽需求可能超过500Mbps；对于VR体验分享，还需要至少200Mbps的上行带宽。

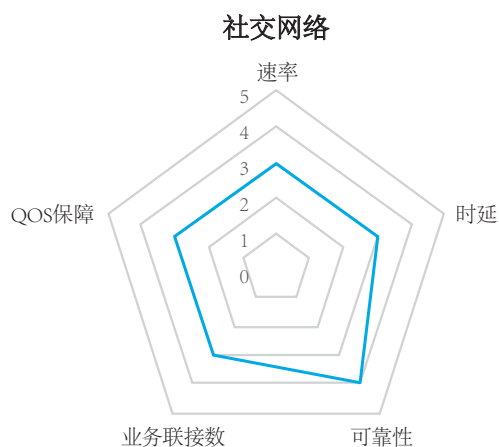


图2-14 社交网络与10G PON网络相关性分析

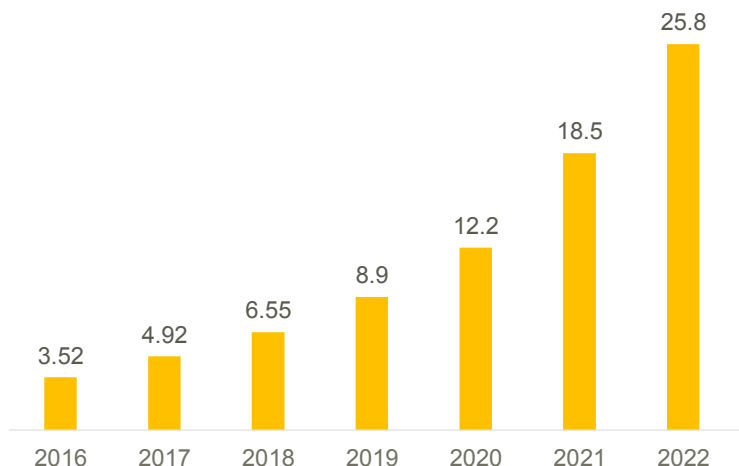
2.6 云桌面

云桌面是通过客户端连接云端的虚拟PC主机，实现随时随地的远程办公，可以保持与PC完全一致的操作体验。通过云桌面的应用，既减轻了商务人员出差时携带笔记本电脑的负担，同时也保障了企业信息资产的安全性。云桌面业务应用基于用户和云端服务器高速及稳定的互联和信息传输，是千兆宽带网络的一个典型商业应用。

2.6.1 市场空间

传统PC 的出货量逐年下降，云桌面替代传统PC已成为业界趋势，根据市场研究预测云桌面市场规模2016 -2022 年的复合增长率将达39.4%。预计到2022年，中国的云桌面市场空间将达到25.8亿元人民币。

2016-2022年中国桌面云行业市场规模预测（亿人民币）



资料来源：智研数据中心整理《2017-2023年中国桌面云市场调查与市场运营趋势报告》

图2-15 中国云桌面行业市场空间预测

2.6.2 商业模式及实践

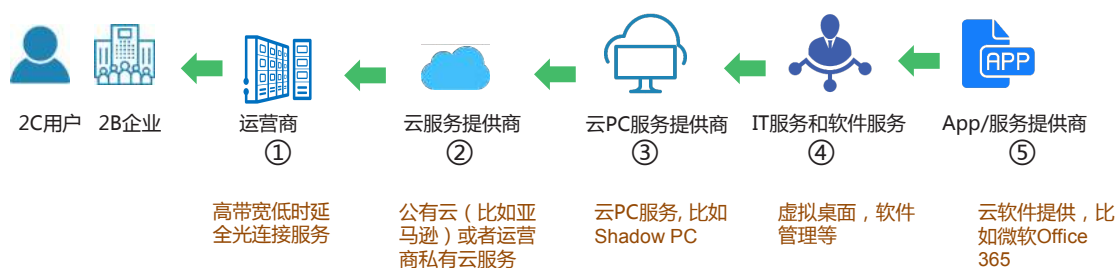


图2-16 云桌面商业模式

云桌面业务拥有完整的生态系统，电信运营商基于网络优势，可以通过集成上游的软件和基于云PC等服务，配合自身的网络联接，向用户提供云桌面业务，相比于其他云桌面业务提供商，差异化优势明显。

在此生态系统中，存在以下几种合作运营模式：

表2-5云桌面商业模式

模式类型	涉及环节	商业模式说明
1	①	提供高速联接管道业务
2	① + ③	提供Cloud PC和联接业务打包
3	① + ②	提供联接和云服务平台给云PC服务提供商
4	① + ② + ③ + ④ + ⑤	依托于自营电信云提供自营云PC业务

商业实践案例：作为云计算的一个典型应用，很多电信运营商(如中国电信)开始提供云桌面服务。按照用户需求的资源配置，以及使用方式提供月收费模式或者小时收费模式。

例如某典型的云桌面服务的相关资费如下：

表2-6云桌面典型资费

	入门应用	商务办公	远程桌面游戏
资源配置	2核CPU 4G内存 10GB硬盘	4核CPU 8G内存 20GB硬盘	4核CPU 8G内存+GPU 100GB硬盘
网络配置	高速宽带接入	高速宽带接入	高速宽带接入
包月	29.8元	59.8元	119.8元
每小时	2元	4元	8元

2.6.3 网络要求

云桌面应用的用户体验应与本地PC保持一致，要求：高清、流畅、低延迟。

根据云桌面的应用不同，其对网络的要求也不同。以交互要求较高的商务办公或者远程桌面游戏为例，时延直接影响用户的体验，带宽则影响桌面显示的流畅程度。

表2-7云桌面业务对网络能力的要求

	入门应用	商务办公	远程桌面游戏
显示要求	1080P @ 30FPS	2k @ 30FPS	2k @ 60FPS
带宽	20-50Mbps	100Mbps以上	100Mbps以上
时延	RTT <30ms	RTT<20ms	RTT<10ms

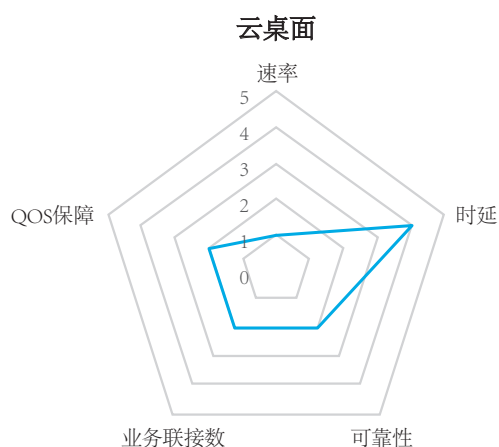


图2-17 云桌面与10G PON网络相关性分析

2.7 平安城市

“平安城市”视频监控系统关系着国家和人民的生命、财产安全，要求画面清晰流畅、传输质量稳定、施工周期快，这对承载网络建设提出了新要求。随着视频监控向超高清及智能化视频监控的演进，必然要求接入网络持续升级，因此千兆宽带网络将成为今后主要的支撑网络。

2.7.1 市场空间

平安城市工程受视频联网、及智能化升级等方面驱动，投资力度仍然很大。根据IHS预计：到2022年，全球专业视频监控市场（不含消费者应用）将达到241亿美元；中国则将成为视频监控最大的市场。



数据来源：IHS 《video-surveillance-intelligence-market-insight-premium-july-2018》

图2-18 视频监控市场空间预测

2.7.2 商业模式及实践

平安城市是以视频监控为核心的多业务多媒体融合平台，支撑多部门协调实现城市治理。因为具有可以打通终端、网络 and 平台的优势，这类业务的总包商可以是电信运营商，负责系统端到端的交付，或者聚焦在ICT网络设施的交付，通过覆盖全面的光纤基础网络设施，来提供稳定可靠的监控视频实时回传服务，同时基于云服务能力提供智能分析功能，比如AI人脸识别、智能视频检索等。典型商业模式为：

表2-8平安城市典型商业模式

模式	模式说明	场景说明
以租代售	政府/企业提出建设要求，运营商利用现有网络建设运维，用户只需按协议缴纳相关的使用费用，无需投入视频监控系统的建设成本。	治安监控、交通监控，企业园区监控等

商业实践案例：

近年来，合肥移动承接了合肥市平安城市摄像头视频相关项目。借助成熟的光纤接入资源，快速部署，在6月内完成1.2万路摄像头的回传网络建设的需求。其中千兆宽带网络作为实时回传网络，实现了20公里的长距离覆盖，配合AI人工智能分析系统，给平安城市再添加一道稳定保障。

基于“平安城市”培育的视频回传解决方案，合肥移动也在考虑通过绑定自己的视频云平台，拓展平安校园、智慧商铺等企业客户的视频监控业务。

2.7.3 网络要求

4K视频监控可以实现更广角度的监控，有助于视频智能分析，如人脸识别，车辆识别等需要高清晰度的场景。4K视频监控在每秒25帧时，一般要求带宽25Mbps，而且带宽不能有收敛，对个摄像头的同时应用，就需要大带宽的网络进行支撑。随着云和边缘计算的部署，要求网络基础设施支持更多的人工智能辅助监控应用，同时保证摄像头7*24小时不间断地进行视频采集。

表2-9 平安城市业务对网络能力的要求

AI辅助的监控摄像头		
	带宽	分辨率
单个摄像头	25Mbps	4K
AI辅助的多摄像头	200Mbps	360° 4K+

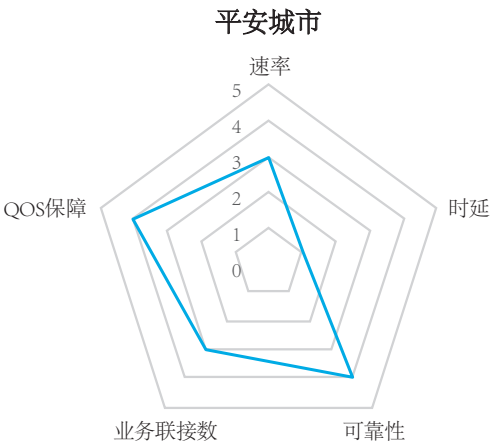


图2-19 平安城市与10G PON网络相关性分析

2.8 企业上云

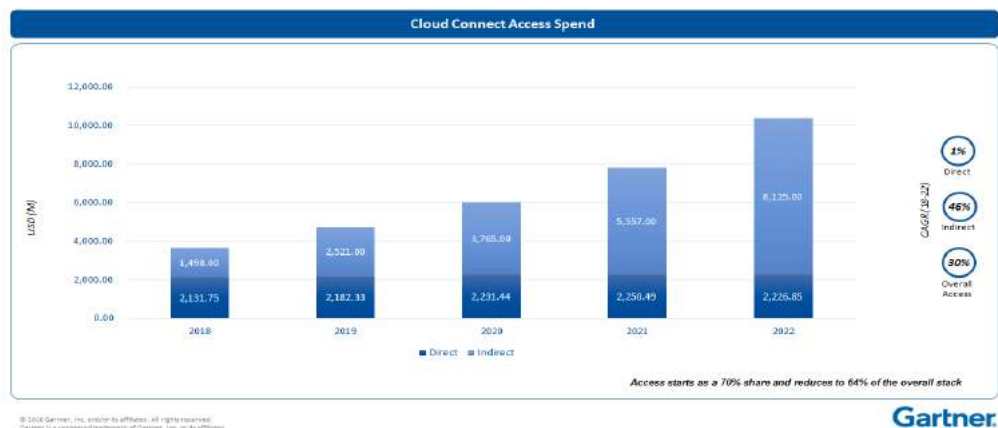
当前，企业数字化转型持续加速，日常办公、ERP，CRM等核心业务上云诉求日益强烈。预计到2025年所有企业均实现上云，85%的应用将部署在云端，终端和云端之间的大量数据交换，对网络的带宽和稳定性提出了很高的要求，千兆宽带网络将成为企业上云商业场景中最为重要的承载网络之一。



图2-20 企业上云专线

2.8.1 市场空间

欧美市场中小企业有4000多万家，在中国更是高达5000万家。据华为MI预测，到2025年，85%的企业应用都会部署在云上，这将带来带宽需求的巨大增长，经过广域网的企业数据流量占企业总流量的比例将提升至80%。据Gartner预测，到2022年，企业上云专线投资增长率将超30%。



数据来源：Gartner

图2-21 企业上云专线市场空间预测

模式1: Indirect模式，云服务商统一提供云业务及云专线业务

模式2: Direct模式，云服务商提供上云专线联接类业务

2.8.2 商业模式及实践

企业根据自身的规模大小、业务类型等差异，对上云的诉求各有差异。发展“上云专线”的典型商业模式有两种：网+自有云、网+第三方云。

表2-10企业上云商业模式

	模式1：网+自有云	模式2：网+第三方云
网络连接	自有上云专线 + 自有云	自有上云专线 + 第三方云(多云)
运营商优势	满足中小企业的一站式ICT服务要求	聚合多家第三方云
典型产品	中国电信“云网通”	AT&T“Netbond”多云聚合

商业实践案例：

在中国，已经有超过300万的企业连接到云，这个数字每天都发生变化。其中，以阿里云为代表的服务商发布企业云服务，借助高质量的网络联接，可以发挥出一点接入、全球共享的云端优势。借助产品能够分钟级构建多地域全球网络，并和混合云连成一体，打造具有企业级规模和通信能力的智能上云网络。这些高质量的企业上云服务，基础的支撑网络正在逐步演进到千兆宽带网络，以满足持续增长和变化的用户需求。

2.8.3 网络要求

因在云上部署业务的差异，企业对上云专线的需求是有显著差异的。对于小微企业，主要诉求是高性价比，敏捷的专线连接。中大型企业则需要的是高可靠，弹性大带宽的专线连接。

电信运营商可利用已有的分布广泛PON网络快速开通企业上云专线，提供稳定可靠的最后一公里连接。基于10G PON的全光接入网络可以支持企业上云所需要的100Mbps~10Gbps的上下行对称带宽，并提供可保证的网络时延，0丢包保障。同时通过PON和城域网络E2E部署节点和链路保护，可提供全路径的线路冗余保障，在发生线路故障时可实现50ms 的快速倒换，实现上云专线业务的高可靠承载。

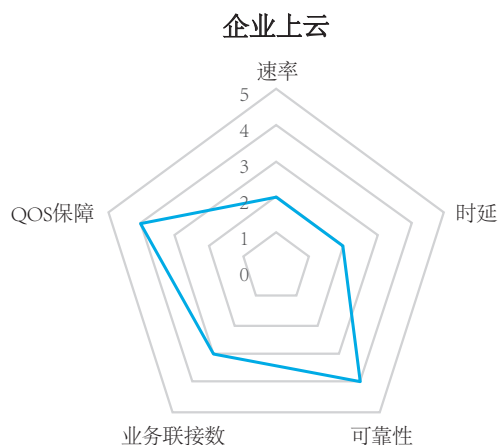


图2-22 企业上云与10G PON网络相关性分析

2.9 在线教育

在线教育可实现跨时空的学习方式，与传统教学方式不同，在线教育可将知识传授的过程放在教室外，在当前信息和知识爆炸的时代，在线教育作为一种灵活、全天候和可持续的教育方式，越来越引起了广泛关注。

与此同时，世界各国都开始了规模化的教育信息化建设，例如：澳大利亚的“数字教育革命”、韩国的“智能教育推进战略”、新加坡的“ICT教育规划”、日本的“未来校园推进事业”，以及中国的“教育信息化2.0行动计划”等战略举措。为满足在线教育的高质量和稳定性，使用千兆宽带网络保障业务体验已成为越来越多商业机构的选择。

2.9.1 市场空间

各国对在线教育的普遍重视，全球在线教育市场呈现稳健发展势头。Technavio的《E-Learning Industry Overview - Market Growth, Trends And Forecast》中显示，2017~2022年，全球在线教育市场预计将从2017年的1761.2亿美元增长到2026年的3981.5亿美元，复合年增长率为9.5%。欧洲在线教育市场预计在2018~2023年将增加360亿美元的市场规模，以15%的复合年增长率加速。中东地区的海湾合作委员会的电子学习市场规模预计在2018~2020年将以14%的复合年增长率增长，到预测期结束时将增加超过130亿美元。海湾地区成员国制定了在该地区建立世界一流的教育机构的宏伟目标，推动了该地区的在线教育快速发展。2018年中国在线教育用户规模达1.35亿人，同比增长23.3%，预计未来3~5年市场规模增速保持在14%~21%之间，呈现稳健增长的态势。



图2-23 中国在线教育行业市场空间预测

2.9.2 商业模式及实践

互联网教育与受教育人群的年龄特征、互联网使用习惯和需求场景直接相关。高等教育与职业教育早已触网，随着新一代80后/90后父母教育意识的升级和消费能力的提高，国家二胎政策催生的新生人口红利，K12（学前教育至高中教育）家长及学生群体对在线教育的接受度正在快速增长。

在线互动课堂是当前主流应用方案，可适用于高等教育、K12教育、职业教育等多种场景，主要由在线课堂系统、教师端和学生端组成，由平台提供商、课程内容制作商、网络提供商、终端提供商等产业合作伙伴共同构建实时在线交互系统，利用承载网络在多地用户之间实时传输语音、图像和视频，实现“教、学、练、测、评”等一系列教学过程。

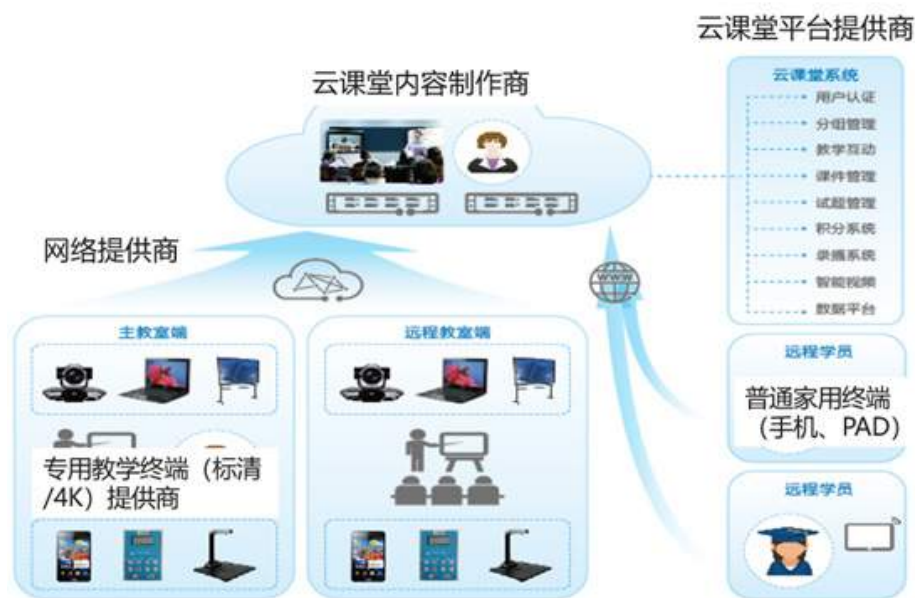


图2-24 在线教育产业商业模式

商业实践案例：

在中国，学而思网校和VIPKID是开展远程教育非常成功的机构。VIPKID专注于4-15岁的小朋友提供专业的北美外教在线，1对1英语学习体验。学而思网校，则为6-18岁孩子提供小初高全学科课外教学。“直播+辅导”双师模式，AI技术辅助教学。为确保课堂的高质量体验和教学的实时互动，相关教学机构要采用带宽数百兆以上，时延低于20ms的网络，随着教学场景的不断丰富，VR技术和高清视频将逐步引入，这时就需要构建千兆宽带网络。

2.9.3 网络要求

在线互动课堂对承载网络的要求如下：

表2-11 在线课堂对网络能力的要求

业务类型	终端数量	接入带宽	接入侧时延	丢包率
视频直播教室		750M~1.5Gbps	20ms	0.5%
4K视频终端接入	3~4个/教室	50Mbps/终端	20ms	0.5%
标清视频终端接入	30~50个/教室	20Mbps/终端	100ms	0.5%
VR教室		1~10Gbps	8ms	10~6
互联网终端接入 (手机、PAD等)	30~50个/教室	20Mbps/终端	20ms	0.5%
云VR终端接入	30~50个/教室	300Mbps~1Gbps/终端	8ms	10~6

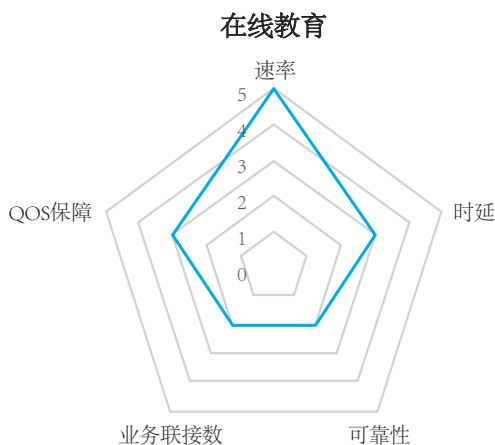


图2-25 在线教育与10G PON网络相关性分析

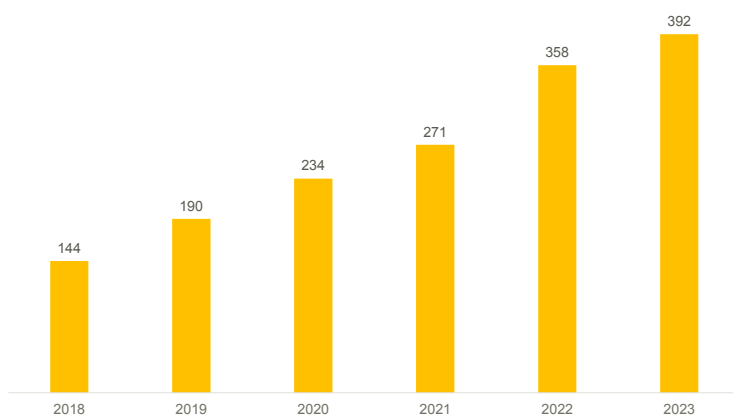
2.10 远程医疗

远程医疗是指以计算机技术、遥感、遥测、遥控技术为依托，充分发挥大医院或专科医疗中心的医疗技术和医疗设备优势，对医疗条件较差或者边远地区的伤病员进行远距离诊断、治疗和咨询。目前，远程医疗技术已经从最初的电视监护、电话远程诊断发展到进行数字、图像、语音的综合传输，实现实时的语音和高清晰图像的交流，远程手术等也逐步开始应用，为现代医学的应用提供了更广阔的发展空间。其中利用千兆宽带网络以保障治疗过程的精准和可靠已成为远程医疗发展的重要环节。

2.10.1 市场空间

根据BCC Research的研究，2019年远程医疗市场总体规模将达到434亿美元，未来三年，全球远程医疗的市值有望超过660亿美元。中国的远程医疗市场在2023年将达392亿人民币，保持年增长率22%的快速增长。

2018-2023年国内远程医疗行业市场规模预测（亿人民币）



数据来源：前瞻产业研究院整理

图2-26 中国远程医疗行业市场空间预测

2.10.2 商业模式及实践

受益于互联网的普及，医疗资源的互联网化不断深入，通过远程医疗，可以缓解医疗资源分配不均的状况，缩短病患就诊时间，打破距离限制，提升医生资源利用率。

远程医疗需要基于医院的信息化网络展开，可提供在线问诊服务，通过面向病患收费、导医导药、大数据挖掘实现盈利。电信运营商作为远程医疗行业的重要参与者，是价值链上的关键一环。可为医院提供高速、可靠、低时延的信息化网络，提升远程诊疗体验，实现管道变现；另外，通过大数据技术的应用，还能帮助医院提高新药研发效率，改善临床治疗手段。

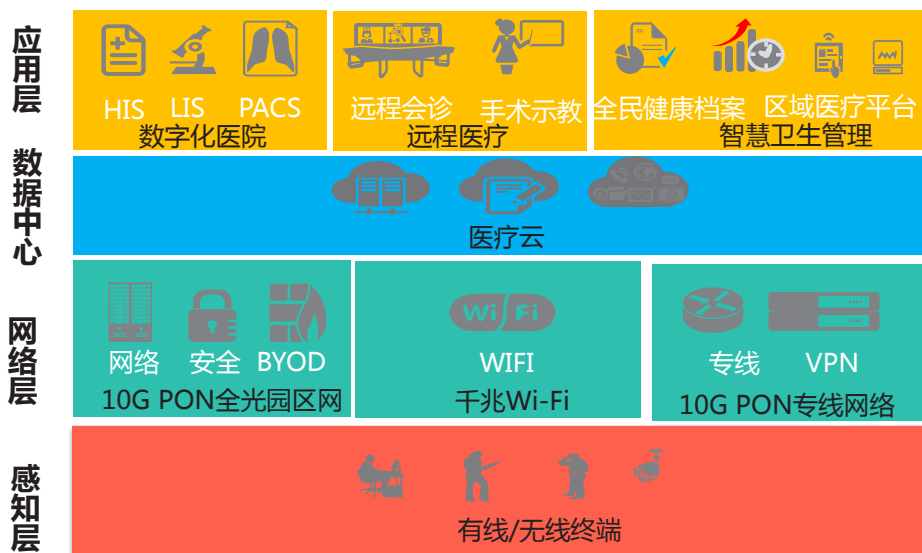


图2-27 远程医疗商业模式

运营商可参与三大网络场景：

一是医疗云，可以建设医疗云匹配业务上云需求。

二是通过千兆接入专线网络，实现医院对外的各种互联网专线连接。

三是千兆宽带全光园区网（含千兆Wi-Fi），实现医院内网网络改造，构建无处不在的千兆连接。

商业实践案例：

在我国一些有条件的医院和医科院校已经开展了远程医疗方面的工作。一些医疗机构凭借10G PON提供的双向对称千兆带宽，打造基于千兆宽带的智慧医疗中心，将覆盖医院的园区监控，医院信息系统，临床信息系统，区域性的医学影像中心等服务。保证医生与患者之间诊疗数据、高清视频的远程实时交互，提升就诊效率与精度。

2.10.3 网络要求

远程医疗系统的服务方式又分为实时（在线）方式和非实时（离线）方式两种。实时方式是指条件允许或紧急情况时使用，可以使患者获得及时的救助，但花费较高，操作难度较大；非实时方式是指将医疗服务需求方的资料随时传送给服务提供方，等待处理，位于大医院的专家可依据用户提供的资料做出相应的诊断，在医疗咨询、培训、教育等应用场所也经常用到。

- » 实时高清音视频回传，上下行网络速率起步200Mbps；远程内窥镜、远程超声波这些新兴实时诊疗手段要求网络端到端网络时延<10ms。
- » Cloud VR医疗实训，舒适级培训体验要求网络速率大于200Mbps。

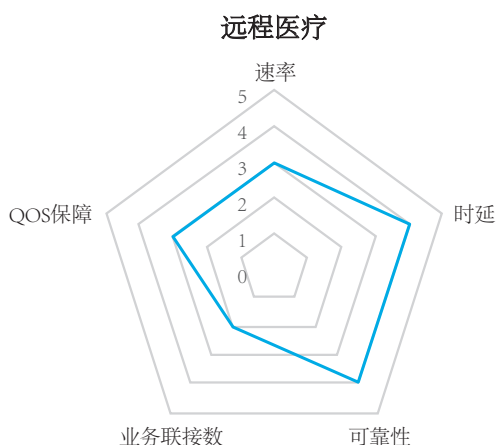


图2-28 远程医疗与10G PON网络相关性分析

2.11 智能制造

德国“工业4.0”战略，把智能制造和智能工厂作为重要主题；中国“制造强国”战略明确提出推进制造过程智能化，建设智能工厂。智能工厂已成为传统制造业提质增效、转型升级，实现智能制造的最佳实施路径之一。

智能工厂的建设涉及智能设备、智能控制系统以及工业互联网等各个层级的互联互通与系统集成，自动化集成服务商的重要性日益凸显。其中实现设备的数据采集和设备联网的工业互联网是智能制造的重要基础。在网络层面，无论是工厂内的设备互联和信息交互，还是工厂外信息的云端处理和互联，都是千兆宽带的重要应用场景。

2.11.1 市场空间

支撑智能工厂的工业互联网，作为新一代信息技术与制造业深度融合的产物，同时进行着物理设备的运转和大量的数据交互，这是物理制造和数字制造之间的桥梁，也是整条生产线和工厂实现“数字孪生”的土壤。

根据华为GIV（全球产业愿景Global Industry Vision）预计，到2025年全球将有300亿台设备实现互联。其中中国的工业互联网市场规模在2020年可达1275亿美元，2015-2020年均复合增速约14.7%。TSN（Time Sensitive Networking，时间敏感网络）、IPv6等工业互联网网络技术将在工业企业广泛部署。

2.11.2 商业模式及实践

工业互联网的核心是依托连接和大数据分析，创造工业新价值。在这个过程中运营商有机会积极参与其中，凭借自身完善的基础网络设施，可信赖的安全质量，无处不在的云服务来帮助制造企业和物流企业进行智能制造的升级改造工作。



数据来源：华为MI

图2-29 智能制造商业模式

通过信息化改造提升工业制造智能化水平成为全球共识与趋势。目前工业互联网的应用和部署还处于探讨实验阶段。美国于 2016 年 10 月和 2018 年 10 月陆续发布了《国家人工智能研究和发展战略规划》和《美国先进制造领导力的战略报告》，其中重点提及了产品全生命周期优化、先进机器人发展、大数据挖掘、制造系统网络安全等内容。欧盟 2016 年 5 月发布了《数字化工业战略》，重点关注先进机器人和工业自治系统的研发。中国政府发布《智能制造发展规划（2016-2020）》《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》等文件，推动信息技术与制造业的融合发展。以中国电信为代表的电信运营商，也在积极行动，联合合作伙伴，制定行业标准。

商业实践案例：

中国电信借助工业PON、工业云与数字化工位等应用，帮助高端零件制造企业进行了工业互联网改造，将千兆宽带网络引入到工业互联网的建设中去，推进了信息的高效传输和互联。

2.11.3 网络要求

同步实时的控制机器，对于网络的时延要求是微秒级。当前工业通信有线联接方式占94%份额。相对于以太网接入方式，在工业制造领域采用10G PON为支撑的千兆光纤网络，可以不受电磁干扰，可靠性高；光纤网络相对其他传送技术支持超大带宽，超低时延，更好满足尖端精密制造的要求。

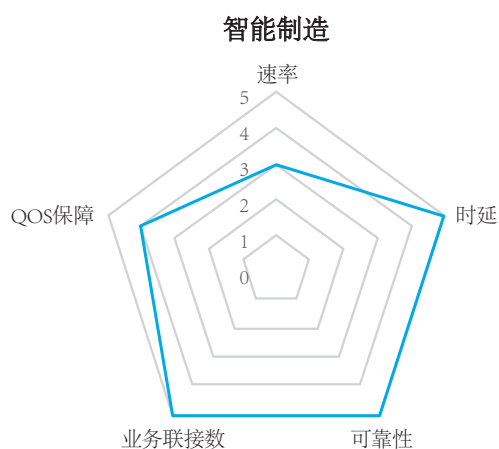


图2-30 智能制造与10G PON网络相关性分析

03 总结与展望

3.1 千兆宽带网络推动经济社会发展

以10G PON技术为基础的千兆宽带网络具备“全光联接，海量带宽，极致体验”的特点，将在前述十大商用场景中率先部署。预计到2023年，10G PON技术带动的相关产业直接产出在全球市场将超过10万亿人民币，中国市场将超过3万亿人民币。

千兆宽带网络的商用化将引发新一轮投资高潮，并结合新的行业应用全面助力数字经济发展，推动信息消费升级。

10G PON商业应用市场空间（万亿人民币）

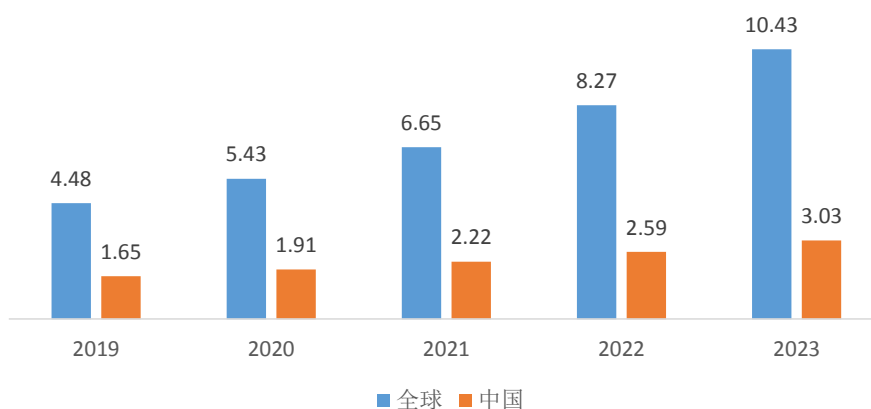


图3-1 10G PON商业应用市场空间预测

千兆宽带网络从速率、时延、可靠性，业务联接数，QoS保障等五个方面，来支撑十大商业场景的规模部署。

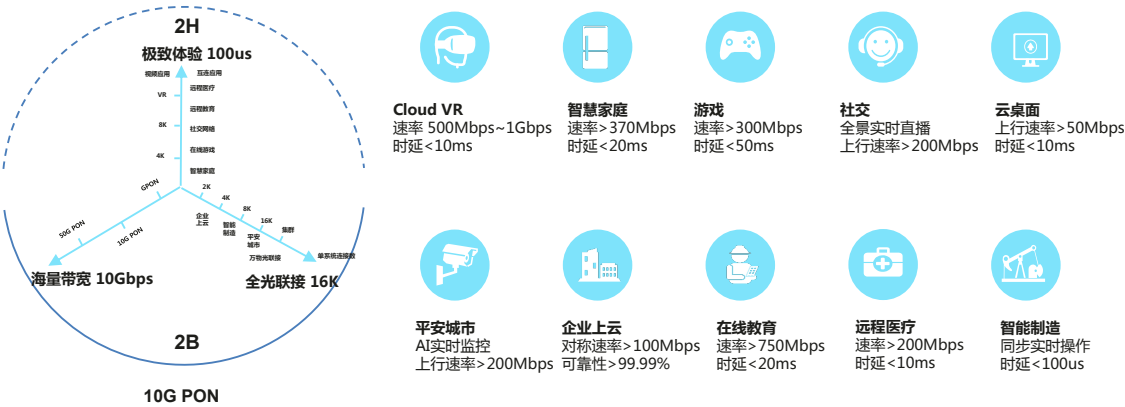


图3-2 十大商业场景对10G PON网络关键性能要求

综合分析十大商业应用场景，业务体验对网络的要求有差异性。白皮书从速率、时延、可靠性，业务联接数，QoS保障五个方面进行了评估，其中5分表示相关性最强，1分表示相关性最弱。具体分析评分方法如下：

表3-1 十大商业场景与10G PON网络相关度评分规则

评分	速率	时延	可靠性	业务联接数	QoS保障
5	800Mbps~1Gbps+	≤ 1ms	强稳定	很多	强
4	600Mbps~800Mbps	≤ 10ms	好	多	好
3	400Mbps~600Mbps	≤ 20ms	正常	正常	正常
2	200Mbps~400Mbps	≤ 50ms	一般	少	一般
1	<200Mbps	≤ 100ms	差	很少	差

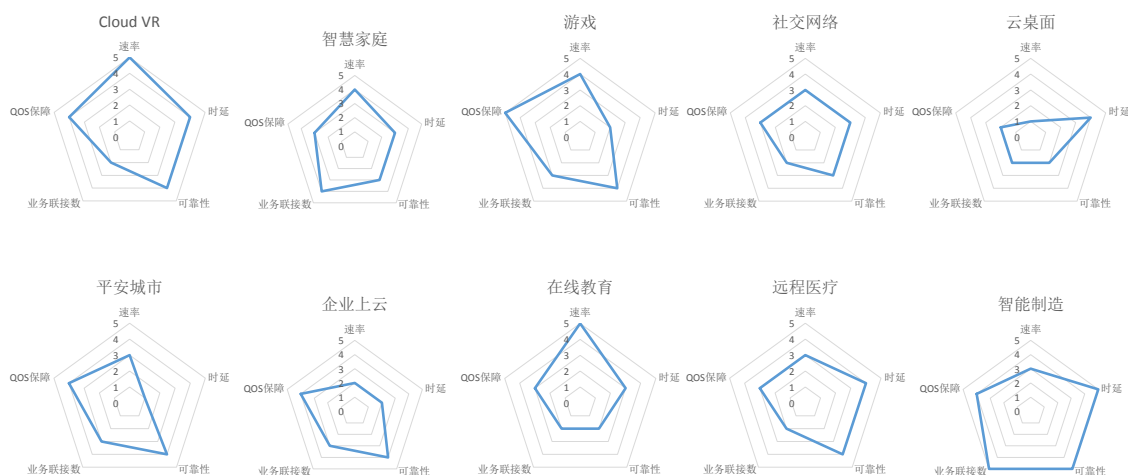


图3-3 十大商业场景与10G PON网络相关性分析（5-相关性强 0-相关性弱）

3.2 十大商业应用场景部署时间表

从千兆宽带网络结合各个行业的具体应用进程上看，有如下规律：

1. 首先是家庭场景的提速，带宽从100M逐步提速到300M，500M及1000M，为用户提供更高的联接带宽。
2. 以家庭接入为基础，逐步向高价值的垂直行业渗透，以提升网络效率，缩短投资周期。
3. 应用场景的成熟进程上看，家庭、个人娱乐消费会率先快速爆发，企业上云、教育行业则紧随其后，远程医疗和智能制造等涉及更多精密控制，正在开始探索实践。
4. 千兆应用以网络为基础，与国家政策、行业数字化转型进度密切相关。

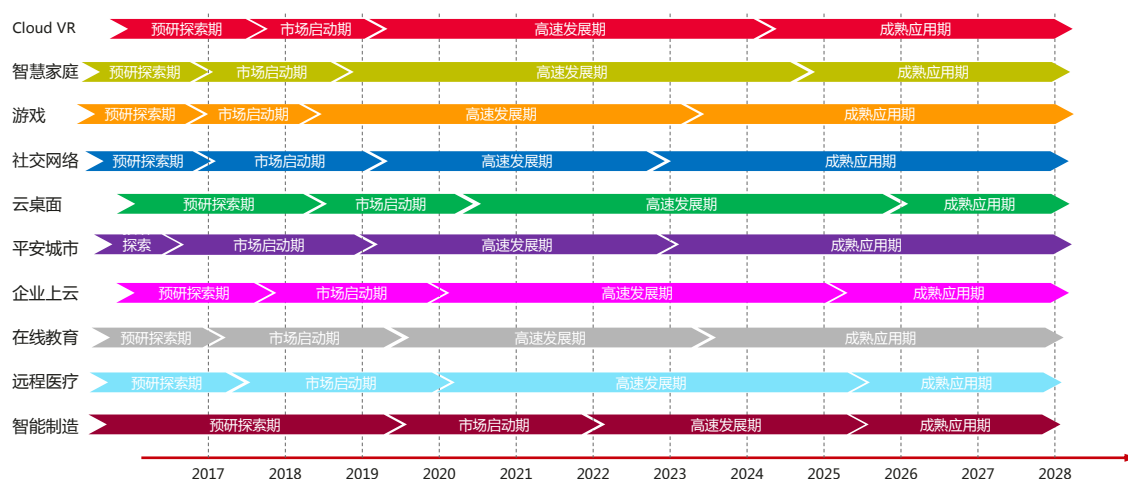


图3-4 十大商业场景商用部署时间表

3.3 千兆宽带网络的商业模式

1、基于带宽的商业模式

在家庭场景下，基于带宽的经营模式是电信运营商的主要商业模式。例如在VR、智慧家庭、游戏、社交、云桌面等场景下，基于不同的接入带宽，用户享受不同的业务体验，运营商可以相应制定差异化的带宽收费模式。

2、基于联接的商业模式

对于智慧家庭IoT业务，平安城市等大联接的场景，需要集成不同的终端、传感器、和应用。除了带宽服务，电信运营商也可以针对海量的物联网设备/摄像头/传感器制定基于设备联接数量的收费方式。

3、基于配套解决方案的商业模式

在行业客户应用场景，例如企业上云、在线教育、远程医疗、智能制造，电信运营商可以提供定制化服务，包括：软件与IT集成服务，大数据分析服务，安全等，相较于前几种模式，该商业模式的附加值更高，对运营商的综合集成能力也提出了更高的要求。

3.4 千兆宽带网络未来展望

当前，千兆宽带网络已经在Cloud VR、智慧家庭、游戏、社交网络、云桌面、平安城市、企业上云、在线教育、远程医疗和智能制造等十大商业应用场景中逐步普及应用。未来，随着社会信息化程度的不断提升，数字经济的快速发展，对于网络支撑能力的需求必将不断升级。千兆宽带网络，将在未来几年内逐步成为我国宽带接入网络的核心技术和主流业务，不仅在提升家庭用户业务体验方面发挥重要作用，还将全面支撑行业产业发展，支撑智慧农业、智能制造和工业互联网的发展；深入支撑公共服务的均等化，在远程教育、远程医疗、智慧养老等方面发挥更大的作用；还将支撑社会公共治理体系的现代化，在交通出行、社会管理方面作用愈加凸显。未来，千兆宽带网络将构成我国信息通信网络的“传导神经”，逐步渗透到国民经济和社会发展的方方面面，助力实现中华民族伟大复兴和“两个一百年”目标早日实现。

A

缩略语

缩略语	全称
AI	人工智能 Artificial Intelligence
AR	增强现实技术 Augmented Reality
ARPU	每用户平均收入 Average Revenue Per User
BT	建设-转交 (Build-Transfer)
BYOD	自带设备 Bring Your Own Device
Cloud VR	云虚拟现实 Cloud Virtual Reality
FPS	第一人称射击类游戏 First-person shooting
GIV	全球产业愿景 Global Industry Vision
HIS	医院信息系统 Hospital Information System
ICT	信息和通信技术 Information and Communications Technology
K12	学前教育至高中教育，普遍被用来代指基础教育 kindergarten through twelfth grade
LIS	实验室信息系统 Laboratory Information System
MMO	大型多人在线 Massive Multiplayer Online

缩略语	全称
MOBA	多人在线战术竞技游戏 Multiplayer Online Battle Arena
NPS	净推荐值 Net Promoter Score
PACS	影像归档和通信系统 Picture Archiving and Communication Systems
PC	个人计算机 Personal Computer
PON	无源光网络 Passive Optical Network
PPP	公私合作 Public-Private-Partnership
PVE	玩家对战环境 Player VS Environment
PVP	玩家对战玩家 Player versus player
QoS	服务质量 Quality of Service
RTT	环回时延 Round Trip Time
TSN	时间敏感网络 Time Sensitive Networking
VPN	虚拟私人网络 Virtual Private Network
Wi-Fi	无线局域网 Wireless Fidelity

